

LUBRICANT

Introduction of Lubricant

기계의 마찰면에 생기는 마찰력을 줄이거나 마찰면에서 발생하는 마찰열을 분산시킬 목적으로 사용하는 유상물질로 슬립하는 물체를 분리시켜 열과 표면마모를 유발하는 마찰을 줄이는 역할을 한다. Lubricant는 lubricating oil과 base oil의 고유 물성을 강화하고 lubricant가 지녀야 할 특수 물성을 부여하는 additive의 혼합으로 제조된다.

Table. Applications of Polybutene to Lubricant

| Application            | Key property   |
|------------------------|--|
| Two-Stroke Engine Oils | Low smoke, clean burning, low deposits, good lubricity |
| Compressor Oils        | Low toxicity, inertness, good electrical properties    |
| Hydraulic & Gear Oils  | Shear stable, VI improver, tackiness additive          |
| Metalworking Fluids    | Non-staining, low toxicity, clean depolymerization     |
| Greases                | Adhesiveness, inert, hydrophobic                       |

Daelim Polybutene For Lubricant

Daelim Polybutene은 우수한 thickening power와 shear stability, non-toxic nature, water-white color, long-term stability 등의 고유한 물성을 바탕으로 low smoke, low deposits, low toxicity를 요구하는 two-stroke oil, high-pressure polyethylene compressor lubricants, metal-working lubricants, specialty greases, wire rope protectives 등과 같은 automotive와 industrial lubricant의 base fluid로 쓰인다.

**Viscosity Adjustment/Viscosity Index Improvement** Polybutene은 polyalphaolefins, synthetic ester, mineral oils 등과 우수한 혼합성을 갖는다. Viscosity improvement로서의 알맞은 점도를 가지는 polybutene과 mineral oil의 혼합은 상대적으로 brightstock보다 효과적으로 thickening efficiency를 증가시킬 수 있으며, viscosity index와 저온에서의 base oil의 성능을 향상시킨다.

Table. Main Application of Different Daelim Polybutene Grades

| Application        | PB450 | PB950 | PB1300 | PB2400 |
|--------------------|-------|-------|--------|--------|
| Two-stroke oil     | ○     | ○     | ○      |        |
| Compressor oil     | ○     | ○     | ○      | ○      |
| Gear/hydraulic oil |       |       |        | ○      |
| Metal working      | ○     | ○     | ○      | ○      |
| Greases            | ○     |       | ○      | ○      |
| Wire rope          |       | ○     | ○      |        |

**Shear stability** 제품의 성능 달성과 기기작동의 수명 연장을 위해서는 사용 oil의 점도가 유지되어야 한다. Daelim polybutene은 일반적으로 사용되는 polymethacrylate보다 low viscosity mineral oil과의 혼합시 우수한 shear stability를 나타낸다.

**Volatility & Evaporation** Polybutene은 200~250°C 아래에서는 휘발성에 의한 손실이 매우 적으며, depolymerization도 거의 일어나지 않으며, 250°C 이상에서는 빠르고 깨끗하게 depolymerization이 일어난다. Polybutene의 depolymerization은 고온에서 carbon과 tarry residues가 생성되는 mineral oil과는 다르게 깨끗하게 일어나며, 금속표면에서 일어나는 staining 현상의 원인인 sulfur와 nitrogen을 포함하지 않는 장점을 갖는다.

Key Performance Benefits of Polybutene in Lubricant Oil Formulator

- Viscosity adjustment & Shear stability
- Viscosity Index & Low temperature performance improvement
- Low deposit forming characteristics
- Non-staining for use in metal working lubricants
- Low toxicity & water white color & hydrophobic

Two-Stroke Engine Oil

Daelim Polybutene은 low smoke 및 low deposit에 적합한 two-stroke engine oil의 base oil로 사용된다. piston이 cylinder top에서 시작해서 bottom으로 1회 왕복하는 small two-stroke engine은 power motorcycles, boats, snowmobiles, Lawn & Garden Equipment, Snowmobiles, Scooters 등에 주로 적용된다.

Two-stroke engine은 고온에서 엔진의 침적물이 생성되어 급가속/급정지시 유해한 배기가스가 발생하게 되는데, 일반적으로 two-stroke lubricant base oil로 사용되는 mineral oil과는 다르게 Daelim Polybutene은 고온에서 쉽게 해중합되기 때문에 잔류 탄소량이 없어 인체에 유해한 배기가스의 발생을 줄일 수 있다. 또한 엔진 내부의 침적물이 적게 발생되어 Two-Stroke Engine의 수명을 연장시킬 수 있다는 장점과 Low Ash Formulation에 의한 실린더 기벽 보호, Film 형성, Smoke 조절이 가능하다. 경제적으로 가장 효과적인 원료이기 때문에 여러 국가에서는 배기가스를 규제하기 위해 Polybutene 사용을 의무화하도록 법제화 하고 있다.

Table. Typical Two-Stroke Engine Oil Formulation

| Material        | 함량, wt% |
|-----------------|---------|
| PB (Polybutene) | 40~50   |
| Mineral Oil     | 35~45   |
| Diluent         | 10      |
| Additive        | 5       |

LUBRICANT

**Compressor Oil**

Daelim Polybutene은 고압에서 빠르게 점도가 증가하기 때문에 일반적으로 low pressure autoclave Low Density Polyethylene (LDPE) manufacturing process에서 ethylene gas를 고압으로 압축시키기 위해 사용되는 고속 왕복식 압축기의 compressor oil로 사용된다. Impurity가 존재하지 않는 high purity 제품이므로 LDPE 제조과정에서 ethylene gas에 녹거나 흘러서 reactor area로 혼입되더라도 제품의 품질에 문제가 되지 않으며, 열안정성과 Chemical Stability가 우수한 제품의 제조가 가능하다.

이 밖에도 hydrogen, nitrogen, carbon dioxide와 같은 non-oxidizing gas를 이용한 compressor lubricant로 사용 가능하다.

**Required Properties for the Compressor Oils**

- High pressure sealing capacity
- Low deposit formation
- Resistance to oxidation
- High purity
- Low volatility
- Low moisture content / oxidation resistance
- Inert to process gas and equipment
- No deleterious effect in end properties of PE products
- Food contact approval

*Table. Typical Compressor Oil Formulation*

| Material        | 함량, wt% |
|-----------------|---------|
| PB (Polybutene) | 20~25   |
| Mineral Oil     | 75~80   |

**Metal Working Fluids**

Daelim Polybutene은 non-staining, low deposit-forming 등의 특성을 바탕으로 aluminum, steel, copper processing에 사용되는 metal-working fluids의 non-toxic base oil로 쓰인다. 또한 cutting, stamping 등과 같은 automotive application을 포함한 hot or cold rolling, drawing, brazing, tube extrusion, rust prevention 등의 lubricant로도 널리 사용된다. 금속, 비철계 및 비금속 등의 소재를 변형시킬 때 공구의 수명 향상, 정밀도 향상, 가공속도의 상승을 위하여 사용되는 모든 윤활유의 제조에도 사용된다.

**Properties of Polybutene in nonferrous metalworking Fluids**

- Practically non-toxic by ail routes of exposure
- Pure aliphatic hydrocarbon polymers (no sulfur or nitrogen)
- Clean decomposition (no carbon deposit)
- Available viscosity range (from solvent to semisolid at 25°C)
- Good resistance to biodegradation

300°C 이상 고온에서의 금속의 annealing 또는 열처리 과정에서 주로 사용되는 기존의 mineral oil과는 다르게 polybutene-based lubricant는 금속표면의 stains 또는 deposit 없이 빠르고 완벽하게 depolymerization되기 때문에 쉽게 제거가 가능하다. 또한 잔류 탄소량의 거의 없기 때문에 알루미늄, 구리 등 비철금속의 인발유로 사용하면 오염문제를 사전에 예방하고 해결할 수 있으며, 작업성이 우수한 친환경적 제품을 제조할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그리고 black deposits를 제거해야만 하는 conventional oil과는 다르게 annealing 전 degreasing이 필요없으므로 processing cost를 절감할 수 있다.

Daelim Polybutene을 포함하는 lubricants는 non-straining과 low toxicity를 요구하는 aluminum과 steel로 만들어진 foil과 can 등의 제조와 같이 incidental food contact 분야에도 널리 사용된다. Aluminum sheet or foil의 rolling 시 lubricant는 roller와 metal sheet 사이의 friction을 줄이는 역할을 하며, 저온 또는 고온의 rolling에 base로 매우 낮은 점도 (1~5 cSt at 100°C)의 Polybutene과 lubricity additives를 혼합하여 사용한다. 10~250 cSt at 100°C 정도의 점도를 가지는 polybutene은 단독 또는 extreme pressure additive와 함께 copper tube drawing에 알맞는 lubricant로 사용되며, 고온 tubing 작업시 금속표면에서 빠르고 완벽하게 제거 가능한 장점을 가진다.

Hydrogenated Polybutene의 경우는 chemical stability에 의하여 food 또는 beverage can과 같이 low odor와 no taste가 요구되는 clean, non-oxidizing lubricant에 적합하다.

High temperature Heavy-duty cutting application의 fuming 및 misting 문제를 예방하기 위한 안정한 Polybutene emulsion (oil-in-water)을 base로 하는 cutting fluids는 기존의 mineral oil emulsion에 비하여 상대적으로 Biodegradation에 대한 저항력, 긴 수명, 그리고 인체에 해가 되지 않는 무독성 등 여러 가지 장점을 갖는다. 그 밖에 Temporary protection of metal articles (in storage/shipment) 및 Coatings (anticorrosion protection/prevent gum formation)의 용도로 사용된다.

**Greases**

Base oil에 thickening agent 분산되어 이룬 고체 혹은 반고체의 stable mixture로 lubricating oil, anti-oxidants, pour point depressants, rust inhibitors, antiwear additives 등이 조합되어 grease의 성능과 물성을 향상시킨다. Daelim Polybutene의 low toxicity, high viscosity index, adhesive 특성들은 automotive, industrial, specialist application 분야에 쓰이는 high performance greases 제조시 base oil의 성능을 향상시키는 역할을 한다.

**LUBRICANT**

Low viscosity (~100 cSt at 100°C)의 Polybutene은 grease 제조시 base oil로 calcium, lithium stearates, aluminum 등의 traditional metal soaps와 silica thickeners를 가열된 grease mixer를 이용하여 제조한다.

Medium & high viscosity (4,000~12,000 cSt at 100°C)의 polybutene은 conventional mineral oil과 혼합하여 mineral oil의 viscosity index를 알맞게 조절하여 grease의 물성을 향상시키는 역할을 한다. 또한 Thixotrophy을 가지므로 외력을 가하면 오일이 증점제 구조 밖으로 빠져 나와 유회를 하고, 가해지는 힘이 멈추게 되면 오일은 모세관 현상에 의하여 다시 그리스 구조 속으로 들어가는 특성으로 anti-friction bearing 용도로도 사용된다.

Graphite 또는 molybdenum disulfide와 같은 solid lubricant의 suspension carrier 역할을 하는 high-temperature specialty greases는 주로 conveyor chains 및 roller bearing에 적용되거나 steel 및 glass industry의 release agent로 사용된다. Mineral oil product와는 다르게 high temperature thermal decomposition에 의한 deposit을 형성하지 않으며, wear, seizure, corrosion problem을 예방할 수 있게 도와준다.

**Advantages of Polybutene in Greases**

- Control consistency of Polybutene
- Protection against water wash-off
- Improvements in viscosity-temperature properties & inertness
- Improvements in adhesive and cohesive strength
- Reduced oil bleeding & water washout
- Physical and chemical integrity
- Improvements in low temperature properties

**Gear and Hydraulic Oils**

금속 가공유, 방청유, 세정유 등을 제외한 가공 소재에 직접적으로 적용되는 대부분의 유회유제로 소재에 직접 적용되지는 않으나, 장비 및 소재에 대한 유회와 구동체계를 뒷받침하므로 적용 장비 및 소재의 특성과 체계에 따라 적합한 유회제 선택이 중요하다.

Automotive gear oil에서는 고온 및 저온에서의 viscosity가 성능을 결정하는 중요한 물성이다. low temperature properties의 향상과 넓은 온도 범위에서의 사용이 가능한 Shear stable polymer인 Daelim polybutene은 high quality multigrade 또는 energy efficient automotive와 industrial gear oils formulation의 효과적 인 VI improver로 사용된다. Polybutene은 고온에서 효율적인 oil thickener인 동시에 low temperature properties를 향상시킨다.

Gear oils 전체 시장의 60% 이상을 차지하는 industrial gear oil은 automotive gear oil과 비슷한 요구물성을 갖는다. 수분에 의한 industrial process의 오염물질 발생 문제를 방지할 수 있는 good water separation 특성과 Shear stability가 우수하여 industrial gear lubricant의 점도기준에 맞춘 mineral base oil의 점도를 조절하기 위해 사용된다. Hydraulic oils의 대부분은 mineral oil을 base로 하며, Daelim Polybutene은 viscosity adjuster 또는 shear-stable VI improver로 사용된다.

**Advantages of Polybutene in Gear Oils**

- Superior viscosity index & More energy-efficient gear oil
- Low temperature properties (over brightstock-thickened oil)
- Improvement of adhesiveness and antithrow properties
- Increasing the retention time of lubricant on the gear
- Good water separation, superior to solvent neutral fluids
- Safer and non-toxic lubricant

**Table. Polybutene Characteristics for Grease Applications**

| Property         | PB character   | Applications  |
|------------------|--|---|
| Pour point       | Improved performance over mineral oils under low temperature conditions                | Low temperature greases for automotive and industrial use   |
| Toxicity         | No detectable aromatic content and practically non-toxic                               | Incidental food contact greases   |
| Color            | White or transparent when thickened with light-colored thickening agent                | Food or medical greases   |
| Water resistance | Hydrophobic with good water resistance and sealant properties for corrosion protection | Greases for bottling and canning ties<br>Screw thread lubricants                                  |
| Inertness        | Good chemical and physical stability; permanently non-drying                           | Corrosion protection; wire rope lubricants; cable greases   |
| Viscosity        | Wide range to modify adhesiveness and temperature response of grease                   | Heavy-duty gear operated over wide temperature range  |
| Volatility       | Depolymerizes to volatile compounds above 250°C without residue or staining            | Graphite or molybdenum disulfide suspensions<br>Metal working drilling, drawing, rolling, casting |

**LUBRICANT*****Wire Rope Protectives***

Daelim polybutene은 wire와 flexing strand 사이의 wear를 줄이기 위한 Wire rope에 적용되는 lubricant로 inertness, adhesiveness, corrosion prevention, lubricity를 제공한다. 또한 transit 또는 storage의 금속부분의 anti-corrosion coating을 위한 protective coating으로도 사용된다.

용도에 알맞은 protectives의 Viscosity와 drop point를 조절하기 위해 High viscosity grade의 polybutene을 적절한 base oil과 조합하거나 low viscosity grade의 경우는 gelling agent와 조합하여 사용한다.

***Synthetic Lubricants***

Daelim polybutene은 ester, polyalphaolefin (PAO) base oil과 조합되어 high performance를 나타내는 synthetic lubricant 제조하며, synthetic ester 또는 high viscosity PAO 일부를 대체하여 raw material cost의 절감이 가능하다. Two-stroke oil, industrial oil, grease, compressor lubricant로 사용되며, lubricant viscosity를 조절하고, low deposit formation, clean burning 및 tackiness 등의 성질을 제공한다.